

**RANCANG BANGUN SISTEM SENSOR *STRAIN GAUGE*  
ALAT PERCOBAAN REGANGAN DAN TEGANGAN *BEAM*  
MENGUNAKAN MIKROKONTROLER *ARDUINO UNO***

**TUGAS AKHIR**

*Diajukan Kepada :*

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG**

**Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S-1)**



*Disusun Oleh :*

**Dimas Arif Budiman  
(201510120311206)**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG  
2019**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**TUGAS AKHIR**

**RANCANG BANGUN SISTEM SENSOR *STRAIN GAUGE*  
ALAT PERCOBAAN REGANGAN DAN TEGANGAN *BEAM*  
MENGUNAKAN MIKROKONTROLER *ARDUINO UNO***

Diajukan Kepada :

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG**

Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh Gelar Sarjana  
Teknik Program Strata satu (S1) Jurusan Teknik Mesin

Disusun Oleh:

Nama : DIMAS ARIF BUDIMAN

NIM : 201510120311206

Diteriman dan Disetujui

Pada tanggal, 4 November 2019

Dosen Pembimbing I



Ir. Trihono Sewoyo, MT

NIP. 108.9504.0327

Dosen Pembimbing II



Budiono, S.Si, MT

NIP.108.9603.0336

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Mesin


Murjito, ST, MT

NIP. 108.9404.0313



**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG**  
**FAKULTAS TEKNIK - TEKNIK MESIN**

Jl. Raya Tlogomas No. 246 Telp. (0341) 464318-128 Fax. (0341) 460782 Malang 65144

**LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR (SKRIPSI)**

Nama : Dimas Arif Budiman

NIM : 201510120311206

Dosen Pembimbing I : Ir. Trihono Sewoyo, MT.

Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun Sistem Sensor Strain Gauge Alat

Percobaan Regangan dan Tegangan Beam menggunakan  
Mikrokontroler Arduino Uno.

NO	TANGGAL	URAIAN ASISTENSI	KETERANGAN
1	27/02/2019	Pengajuan Judul Tugas Akhir	205
2	04/03/2019	ACC Judul Dan Konsultasi Bab I	205
3	12/08/2019	ACC Bab I	205
4	16/08/2019	Konsultasi Bab II	205
5	19/08/2019	ACC Bab II	205
6	16/09/2019	Konsultasi Bab III	205
7	20/09/2019	ACC Bab III	205
8	20/09/2019	Konsultasi Bab IV	205
9	2/10/2019	ACC Bab IV	205
10	2/10/2019	Konsultasi Bab V	205
11	4/10/2019	ACC Bab V	205
12	11/10/2019	Seminar Hasil	205

Malang, 4 November 2019  
Dosen Pembimbing I

  
(Ir. Trihono Sewoyo, MT.)





**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG**  
**FAKULTAS TEKNIK - TEKNIK MESIN**

Jl. Raya Tlogomas No. 246 Telp. (0341) 464318-128 Fax. (0341) 460782 Malang 65144

**LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR (SKRIPSI)**

Nama : Dimas Arif Budiman

NIM : 201510120311206

Dosen Pembimbing II : Budiono, S.Si., MT.

Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun Sistem Sensor Strain Gauge Alat

Percobaan Regangan dan Tegangan Beam menggunakan

Mikrokontroler Arduino Uno.

NO	TANGGAL	URAIAN ASISTENSI	KETERANGAN
1	02/03/2019	Pengajuan Judul Tugas Akhir	
2	05/03/2019	ACC Judul Dan Konsultasi Bab I	
3	15/08/2019	ACC Bab I	
4	17/08/2019	Konsultasi Bab II	
5	20/08/2019	ACC Bab II	
6	18/09/2019	Konsultasi Bab III	
7	21/09/2019	ACC Bab III	
8	23/09/2019	Konsultasi Bab IV	
9	27/09/2019	ACC Bab IV	
10	28/09/2019	Konsultasi Bab V	
11	28/09/2019	ACC Bab V	
12	11/10/2019	Seminar Hasil	

Malang, 4 November 2019  
Dosen Pembimbing II



( Budiono, S.Si., MT.)

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Dimas Arif Budiman  
NIM : 201510120311206  
Jurusan : Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik  
: Universitas Muhammadiyah Malang

Dengan ini menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa:

1. Tugas Akhir dengan judul:

Rancang Bangun Sistem Sensor Strain Gauge Alat Percobaan Regangan dan Tegangan Beam menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno

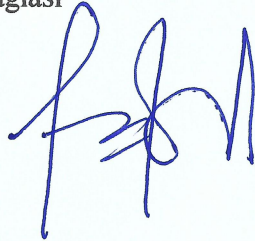
Adalah hasil karya saya, dan dalam naskah tugas akhir ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, baik sebagian ataupun keseluruhan, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

2. Apabila ternyata di dalam naskah tugas akhir ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur PLAGIASI, saya bersedia TUGAS AKHIR ini DIGUGURKAN dan GELAR AKADEMIK YANG TELAH SAYA PEROLEH DIBATALKAN, serta diproses sesuai dengan ketentuan hukum yang berlaku.

3. Tugas akhir ini dapat dijadikan sumber pustaka yang merupakan HAK BEBAS ROYALTI NON EKSCLUSIF.

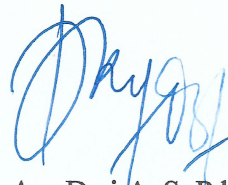
Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Koordinator  
Plagiasi



M. Irkham Mamungkas, ST., MT

Koordinator  
Naskah Publikasi



Ary Dwi A, S. Pd

Malang, 6 November  
2019

Yang Menyatakan



Dimas Arif Budiman

## ABSTRAK

Banyak produk-produk yang diperlukan dalam menunjang pendidikan teknik mesin buatan dari luar negeri. Salah satu produk tersebut yaitu alat percobaan regangan dan tegangan, yang digunakan dalam pembelajaran mekanika kekuatan material. Sayangnya produk ini rata-rata dibuat dari luar negeri dan belum ada yang buatan dalam negeri. Penelitian ini bertujuan untuk menggantikan produk *import* tersebut. Alat percobaan terdiri dari struktur penumpu berupa tumpuan engsel-rol, beserta sistem akuisisi data. Data yang dapat diperoleh melalui sistem akuisisi data adalah reaksi tumpuan dan tegangan batang. Di sisi lain, pengukuran menggunakan sensor strain gauge digunakan untuk mengukur regangan dan tegangan pada beam yang mengalami penguatan dengan rangkaian sistem *strain gauge* yang dikontrol menggunakan arduino uno. Kriteria sistem *strain gauge* dari sisi ekonomi adalah membuat produk dengan biaya murah tetapi handal dalam kinerjanya. Perancangan menggunakan sebagian metode Pahl-Beitz. Dalam tahap ini, yang diuji adalah pengukuran reaksi regangan dan tegangan pada *beam*. Hasil yang diperoleh menunjukkan kesesuaian yang baik.

**Kata kunci:** Alat Percobaan, Akuisisi Data, *Strain Gauge*, Regangan dan Tegangan

## ABSTRACT

*Many products that are needed insupporting the education of mechanical engineering mode from abroad. One such product in the strain and stress experiment used in the study of material strength mechanic. Unfortunately this product is mode on average from abroad and nothing is made in the country. This study aims to replace the imported products. The experiment consist of a supporting structure in the from of a hinge roller support, along with a data acquisition system. The data that can be obtained trough the acquisition system is the fulcrum reaction on the rod voltage on the other hand, measurement using a strain and voltage on the beam that has strengthened with a series of strain gauge systems that are controlled using arduino uno. The criteria for a strain gauge system from an aconomic standpoint are to make it inexpensive to remain reliable in its performance the design used part of the method phal – Beitz, in this stage what is being tested is the measurement of strain and stress reactions in the beam. The results obtained show good compability.*

**Keywords :** *Trial Tool, Acquistion, Strain Gauge Data, Strain and the Voltage*



## KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur kehadiran Allah SWT. karena atas berkat dan rahmatNya saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Tugas akhir ini dilakukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana teknik mesin fakultas teknik universitas muhammadiyah malang. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada :

1. Kedua orang tua yang selalu memberikan dukungan dan doa agar tugas akhir ini dapat diselesaikan tepat pada waktunya.
2. Bapak Ir.Trihono Sewoyo , MT dan bapak Budiono, S.Si, MT , selaku dosen pembimbing yang telah banyak meluangkan waktu, tenaga, pikiran dan kesabarannya dalam memberikan bimbingan serta pengetahuannya.
3. Seluruh dosen, staf dan karyawan di jurusan Teknik Mesin yang telah memberikan bantuan dan pengertiannya selama kuliah di Universitas Muhammadiyah Malang
4. Teman-teman mesin angkatan 2015 yang selalu memberikan semangat serta masukan kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa penulisan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna dan masih banyak terdapat kesalahan dan kekurangan. Untuk itu penulis dengan senang hati menerima kritik, masukan dan saran untuk mencapai menyempurnakan tugas akhir ini.

Akhir kata semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembacannya.

Malang,6 November 2019

DIMAS ARIF BUDIMAN



## DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL.....	i
POSTER.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
LEMBAR ASISTENSI .....	iv
LEMBAR PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT.....	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Manfaat Perancangan .....	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
2.1 Pengertian <i>Strain Gauge</i> .....	5
2.1.1 Macam – Macam <i>Strain Gauge</i> .....	6
2.1.2 Prinsip Kerja <i>Strain Gauge</i> .....	7
2.1.3 Aplikasi <i>Strain Gauge</i> .....	8
2.2 <i>Arduino Uno</i> .....	8
2.2.1 Kelebihan <i>Arduino</i> .....	9
2.2.2 Penggunaan dan Pemanfaatan <i>Arduino</i> .....	11
2.2.3 Jenis-Jenis <i>Arduino</i> Perangkat Keras <i>Arduino (Arduino Hardware)</i> .....	11
2.3 Regangan .....	15
2.3.1 Diagram Tegangan - Regangan.....	18
2.3.2 Hukum <i>Hooke</i> .....	20
2.3.3 Defleksi .....	21

2.3.4 Perbandingan <i>Poisson</i> .....	24
2.4 Pengukuran Regangan .....	25
2.4.1 Pengukur Regangan Tahanan-Listrik.....	26
2.3.1 Pengukuran Keluaran Pengukur-Regangan Tahanan.....	30
<b>BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN</b> .....	33
3.1 Desain .....	33
3.1.1 Daftar Persyaratan Desain.....	33
3.1.2 Identifikasi Masalah .....	35
3.1.3 Struktur Fungsi.....	37
3.1.4 Prinsip Kerja .....	38
3.1.5 Kombinasi dan Susunan Konsep.....	40
3.1.6 Pemilihan Konsep Varian .....	41
3.2 Perangkat Keras.....	41
3.2.1 <i>Beam</i> .....	43
3.2.2 Sensor <i>Strain Gauge</i> .....	43
3.2.3 Desain Rangkaian Penguat Instrumentasi.....	44
3.2.4 Mikrokontroler <i>Arduino uno</i> .....	45
3.2.5 Rangkaian Elektronika.....	46
3.3 Bahan yang digunakan .....	47
3.3.1 Proses <i>Finishing</i> / Pemasangan.....	47
<b>BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN</b> .....	49
4.1 Perhitungan.....	49
4.1.1 Data Pengujian .....	49
4.1.2 Perhitungan Regangan Eksperimental Sensor <i>Strain Gauge</i> .....	50
4.1.3 Perhitungan Tegangan Eksperimental Sensor <i>Strain Gauge</i> .....	52
4.2 Perhitungan Tegangan Secara Teoritis.....	54
4.3 Grafik Pembebanan. ....	58
4.3.1 Grafik Hubungan Penambahan Beban Dengan Regangan.....	58
4.3.2 Grafik Perbandingan Hasil Tegangan Eksperimental dengan Teoritis.....	59
4.4 Perhitungan ketelitian dan <i>error</i> .....	60
4.4.1 Perhitungan ketelitian.....	60
4.4.2 Perhitungan <i>error</i> .....	60
<b>BAB V PENUTUP</b> .....	62

5.1 Kesimpulan.....	62
5.2 Saran .....	62
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>64</b>
<b>LAMPIRAN</b>	



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Nilai <i>Modulus Young</i> Bahan beberapa Jenis Bahan.....	19
Tabel 3.1 Daftar Persyaratan Spesifikasi Desain .....	32
Tabel 3.2 Kombinasi sub-fungsi yang didasarkan pada diagram blok sub-fungsi .....	39
Tabel 4.1 Tabel Perubahan Voltase Dari Sistem Sensor <i>Strain Gauge</i> .....	48
Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Regangan.....	51
Tabel 4.4. Tabel Hasil Tegangan Eksperimental.....	52
Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Teoritis.....	57
Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Ketelitian.....	59





## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Alat Percobaan Regangan dan Tegangan Batang buatan <i>Tecquipment</i> , UK.....	1
Gambar 2.1 Sensor <i>Strain Gauge</i> .....	6
Gambar 2.2 Mikrokontroler <i>Arduino Uno</i> .....	9
Gambar 2.3 Spesifikasi <i>Board Arduino Uno</i> .....	12
Gambar 2.4 <i>Software</i> pemograman <i>Arduino Uno</i> .....	15
Gambar 2.5 Diagram tegangan-regangan untuk baja lunak.....	19
Gambar 2.6 Diagram tegangan-regangan untuk baja rapuh.....	19
Gambar 2.7 Batang yang ditumpu dan diberi beban merata.....	22
Gambar 2.8 Diagram Benda Bebas Gaya Luar.....	22
Gambar 2.9 Diagram benda bebas gaya-gaya dalam.....	23
Gambar 2.10 Penyusutan dan Pemuaian lateral dari benda-benda padat yang mengalami gaya-gaya aksial (efek <i>Poisson</i> ).....	24
Gambar 2.11 Tiga jenis pengukur-tegangan tahanan; (a) pengukur kawat; (b) Pengukur bilah tipis; (c) Pengukur semikonduktor.....	29
Gambar 3.1 Diagram Blok Fungsi Keseluruhan .....	36
Gambar 3.2 Diagram Blok sub-Fungsi Aliran Energi.....	37
Gambar 3.3 Prinsip Kerja Sistem <i>Strain Gauge</i> pada Percobaan Regangan dan Tegangan Beam.....	38
Gambar 3.4 Sistem <i>Strain Gauge</i> pada Percobaan Regangan dan Tegangan Beam.....	41

Gambar 3.5 <i>Beam</i> Kuningan.....	42
Gambar 3.6 Sensor <i>Strain Gauge</i> .....	43
Gambar 3.7 <i>Wiring Diagram</i> IC INA125P.....	44
Gambar 3.8 Skematik <i>Wheastone Bridge (Full Bridge)</i> .....	44
Gambar 3.9 Mikrokontroler <i>Arduino Uno</i> .....	45
Gambar 3.10 Rangkaian Elektronika.....	45
Gambar 4.1 Pengujian.....	48
Gambar 4.2 Model Penggambaran Tumpuan.....	53
Gambar 4.3 Diagram Benda Bebas Dari Permodelan.....	53
Gambar 4.4 Penggambaran Tegangan yang Terjadi.....	54
Gambar 4.5. Grafik Hubungan Penambahan Beban dengan Regangan.....	58
Gambar 4.6. Grafik Perbandingan Tegangan Eksperimental dengan Tegangan Teoritis.....	58

## DAFTAR PUSTAKA

- Budiono, dkk. 2018. *Rancang Bangun Alat Percobaan Defleksi Batang Berbasis Akuisisi Data*. Kelompok Kajian Mekanika Terapan, Universitas Muhammadiyah Malang.
- Basori, dkk. 2015. *Analisis Defleksi Batang Lentur Menggunakan Tumpuan Jepit dan Rol pada Material Aluminium 6063 Profil U Dengan Beban Terdistribusi*. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas National.
- Cahyono, dkk. 2014. *Analisis Modulus Geser dan Pengaruhnya Terhadap Kekakuan Panel Laminasi Kayu Samawa (Antocephallus Macrophyllus)*. Program Studi Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Darussalam Ambon.
- Prima, Aprilliana. 2018. *Rancang Bangun Alat Ukur Kadar Pati Ubi Kayu menggunakan Loadcell dan Arduino Berdasarkan Metode Spesific Gravity*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Bandar Lampung.
- Bakshin.U.A, Bakshi. A.V. 2008. *Electrical Measurements*. Pune: Technical Publication Pune.
- Carpenter, R. D. 2008. *Fundamental of Instrumentation Couse*. United State :Integrity Institute of Technology.
- C. Raja Rao, S. K. 2000. *Principles of Medical Electronics and Biomedical Instrumentation*. India: Universities Press.
- E.P. Popov. 1978. *Mechanics of Materials*. (hlm : 38), Civil Engineering University of California, Berkeley.
- R. Soekrisno, A. Kuntadi Maliki. 1997. *Statika Struktur Plus Tegangan Regangan*. Yogyakarta : Mitra Cendekia.
- Pahl G. and Beitz W.. 1996. *Engineering Design A Systematic Approach* (2nd edition,). Springer : Verlag.



**Universitas Muhammadiyah Malang**

**Fakultas Teknik**

**Program Studi Teknik Mesin**

Jl. Raya Tlogomas No. 246 Telp. (0341) 464318 Psw. 128 Malang

**LEMBAR HASIL DETEKSI PLAGIASI SKRIPSI MAHASISWA  
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG**

Lembar hasil deteksi plagiasi ini menyatakan bahwa mahasiswa berikut:

**Nama** : Dimas Arif Budiman

**N I M** : 201510120311206

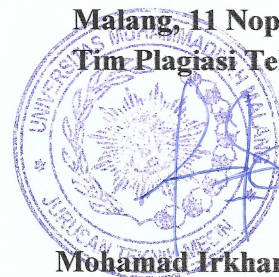
Telah melalui cek kesamaan karya ilmiah (Skripsi) Mahasiswa dengan hasil sebagai berikut:

<b>SKRIPSI</b>	<b>PRESENTASE KESAMAAN</b>
BAB I (PENDAHULUAN)	10 %
BAB II (TINJAUAN PUSTAKA)	12 %
BAB III (METODOLOGI)	12 %
BAB IV (HASIL DAN PEMBAHASAN)	14 %
BAB V (KESIMPULAN DAN SARAN)	5 %
NASKAH PUBLIKASI	16 %

Dengan hasil ini dapat disimpulkan bahwa hasil deteksi plagiasi ini telah memenuhi syarat ketentuan yang diatur pada Peraturan Rektor No. 2 Tahun 2017 dan berhak mengikuti Ujian Skripsi.

Malang, 11 Nopember 2019

Tim Plagiasi Teknik Mesin,



Mohamad Irkham M., ST., MT.